



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 199 35 920.2
22 Anmeldetag: 30. 7. 1999
43 Offenlegungstag: 15. 3. 2001

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Weigl, Manfred, 93161 Sinzing, DE

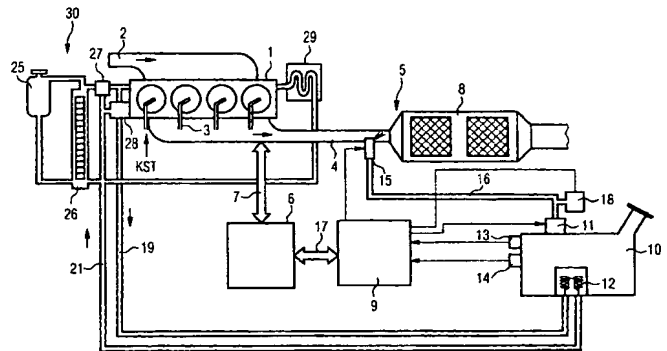
56 Entgegenhaltungen:
DE 197 43 337 C1
DE 44 32 577 A1
DE 44 32 576 A1
DE 297 08 591 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung und Verfahren zum Beheizen eines Reduktionsmittelvorratsbehälters einer Abgasnachbehandlungsanlage für eine Brennkraftmaschine

57 Das im Reduktionsmittelvorratsbehälter gespeicherte Reduktionsmittel wird durch die Abwärme der Brennkraftmaschine (1) beheizt, indem die Kühlflüssigkeit der Brennkraftmaschine (1) durch Heizrohre im Reduktionsmittelvorratsbehälter (10) geführt wird. Zur Begrenzung der Heiztemperatur sind ein Wärmetauscher und Thermostatventile vorgesehen.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Beheizen eines Reduktionsmittelvorratsbehälters einer Abgasnachbehandlungsanlage für eine Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 11.

Die Verminderung der Stickoxidemission einer mit Luftüberschuß arbeitenden Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine kann mit Hilfe der Selektiv-Catalytic-Reduction-Technologie (SCR) zu Luftstickstoff (N_2) und Wasserdampf (H_2O) erfolgen. Als Reduktionsmittel werden entweder gasförmiges Ammoniak (NH_3), Ammoniak in wässriger Lösung oder Harnstoff in wässriger Lösung eingesetzt. Der Harnstoff dient dabei als Ammoniakträger und wird mit Hilfe eines Dosiersystems vor einem Hydrolysekatalysator in das Auspuffsystem eingespritzt, dort mittels Hydrolyse zu Ammoniak umgewandelt, der dann wiederum in dem eigentlichen SCR- oder DE-NOX-Katalysator die Stickoxide reduziert.

Ein solches Dosiersystem weist als wesentliche Komponenten einen Reduktionsmittelbehälter, eine Pumpe, einen Druckregler, einen Drucksensor und ein Dosierventil auf. Die Pumpe fördert das in dem Reduktionsmittelbehälter bevorratete Reduktionsmittel zu dem Dosierventil, mittels dessen das Reduktionsmittel in den Abgasstrom stromaufwärts des Hydrolysekatalysators eingespritzt wird. Das Dosierventil wird über Signale einer Steuereinrichtung derart angesteuert, daß abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine eine bestimmte, aktuell nötige Menge an Reduktionsmittel zugeführt wird (DE 197 43 337 C1).

Es ist ein Vorteil der in wässrigen Lösungen vorliegenden ammoniakfreisetzenden Substanzen, wie z. B. Harnstoff, daß die Bevorratung, die Handhabung, die Förder- und Dosierbarkeit technisch relativ einfach zu lösen sind. Ein Nachteil dieser wässrigen Lösungen besteht darin, daß in Abhängigkeit der Konzentration der gelösten Substanz die Gefahr des Einfrierens bei bestimmten Temperaturen besteht.

32%ige Harnstofflösung, wie sie typischerweise in SCR-Systemen als Reduktionsmittel verwendet wird, weist einen Gefrierpunkt von $-11^\circ C$ auf. Deshalb müssen Vorrichtungen zum Heizen des Dosiersystems vorgesehen werden um die Funktionsfähigkeit aller Systemkomponenten nach einem Systemstart bei Umgebungstemperaturen unter $-11^\circ C$ in einer akzeptablen Zeit sicherzustellen und zu verhindern, daß Systemkomponenten während des Betriebs einfrieren.

Aus der DE 44 32 577 A1 ist eine Einrichtung zur Vermeidung von Frostschäden an Teilen einer nach dem Prinzip der selektiven katalytischen Reduktion arbeitenden Abgasreinigungsanlage während der Stillstandszeiten und dem Ermöglichen des Betriebes solcher Anlagen unterhalb des Gefrierpunktes der verwendeten Reduktionsmittellösung bekannt. Hierzu weist die Einrichtung einen thermisch isolierten Vorratsbehälter für die Reduktionsmittellösung und eine daran angeschlossene Zuführungsleitung auf, die in einer Austrittsöffnung für die Flüssigkeit endet, wobei in der Zuführungsleitung ein Rückspül-Ventil vorgesehen ist, das mit einem unter Druck stehenden Gases beaufschlagbar ist. Der Vorratsbehälter und die Zuführungsleitung sind dabei mittels einer elektrischen Heizung, die einen Wärmetauscher mit Wärme versorgt, beheizbar.

Um die Einsatzbereitschaft des Dosiersystems bei so niedrigen Temperaturen sicherzustellen, müssen Reduktionsmittelvorratsbehälter, Leitungen, Ventile, Pumpe und Drucksensoren im Reduktionsmittelsystem beheizt werden. Für Komponenten welche nur kleine Volumina Reduktionsmittel enthalten, bieten sich elektrische Heizungen an. Für den Reduktionsmittelvorratsbehälter kann jedoch die Lei-

stungsaufnahme einer elektrischen Heizung inakzeptabel hoch sein. Dies trifft insbesondere bei Systemen zu, welche über lange Perioden einen relativ hohen Reduktionsmittelverbrauch aufweisen. So wäre bei einem Reduktionsmittelbedarf von 51 pro Stunde eine Heizleistung von ca. 500 W nötig, alleine um die Schmelzwärme für diese Reduktionsmittelmengen aufzubringen. In Nutzfahrzeug-Anwendungen muß mit diesem Reduktionsmittelverbrauch unter bestimmten Fahrbedingungen gerechnet werden. Um zusätzlich einen Reduktionsmittelvorrat bereitzustellen und Wärmeverluste durch die Wandung des Behälters zu kompensieren, kann der Bedarf an Heizleistung alleine für den Reduktionsmittelvorratsbehälter 1 kW übersteigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit der bzw. mit dem ein Einfrieren des im Reduktionsmittelvorratsbehälters gespeicherten Reduktionsmittels sicher vermieden werden kann.

Diese Aufgabe wird für die Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 11 gelöst.

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee beruht darin, die Heizleistung für das im Reduktionsmittelvorratsbehälter gespeicherte Reduktionsmittel durch die Abwärme der Brennkraftmaschine bereitzustellen, indem das Kühlmittel der Brennkraftmaschine, im allgemeinen ein Gemisch aus möglichst kalkarmen Wasser, Gefrierschutzmittel und Zusätzen für den Korrosionsschutz durch Heizrohre im Reduktionsmittelvorratsbehälter geführt wird.

Da die in solchen SCR-Systemen verwendeten Reduktionsmittel nicht über eine bestimmte Temperatur erwärmt werden sollen, um ein vorzeitiges Altern zu vermeiden, und die normale Temperatur des Kühlmittels bei betriebswarmer Brennkraftmaschine über $80^\circ C$ (Öffnungstemperatur des Kühlwasserthermostaten) liegt und unter Umständen bis zu $110^\circ C$ erreicht, kann während der Auftauphase unter Umständen je nach Art des verwendeten Reduktionsmittels eine lokale Überhitzung des Reduktionsmittels erfolgen.

Gemäß vorteilhafter Weiterbildungen der Erfindung sind deshalb Maßnahmen vorgesehen, die eine Begrenzung der Kühlmitteltemperatur und damit eine Begrenzung der Heizleistung, die dem Reduktionsmittel zugeführt wird, ermöglichen.

Durch die Nutzung eines Wärmetauschers zwischen Vor- und Rücklauf für das Kühlmittel kann die Temperatur des Kühlmittels wirksam abgesenkt werden. Zusätzlich kann in einer bevorzugten Ausgestaltung in der Vorlaufleitung ein elektrisch ansteuerbares Magnetventil angeordnet sein, das bei Erreichen einer vorgegebenen Temperatur des Reduktionsmittels den weiteren Kühlmittelfluß sperrt. Dadurch wird sichergestellt, daß der Temperaturanstieg im Reduktionsmittelvorratsbehälter auch bei Auftreten hoher Außentemperaturen begrenzt wird.

Werden für den Vor- und Rücklauf des Kühlmittels Leitungen verwendet, die über eine vorgegebene Länge parallel und mit gutem thermischen Kontakt zueinander verlegt sind, so ergibt sich ein einfach aufgebauter Wärmetauscher, welcher das Kühlmittel der Brennkraftmaschine im Vorlauf soweit abkühlt, daß eine lokale Überhitzung von Reduktionsmittel im Reduktionsmittelvorratsbehälter ausgeschlossen ist. Mit dieser Vorrichtung kann nun selbst bei betriebswarmer Brennkraftmaschine uneingeschränkt die Auftauphase fortgesetzt werden oder kontinuierlich geheizt werden, um ein Einfrieren des Reduktionsmittelvorratsbehälters während des Betriebs bei niedrigen Umgebungstemperaturen zu verhindern.

Der Wärmetauscher kann als Teil der Schlauchverbindungen sehr kostengünstig hergestellt werden. Zum Erreichen eines guten thermischen Kontaktes zwischen Vorlaufleitung

und Rücklaufleitung können die entsprechenden Leitungsabschnitte entweder aus metallischem Material bestehen, die mittels geeigneter Verbindungen wie Schlauchschellen oder dergleichen mit den Schläuchen mit der Vorlaufleitung und der Rücklaufleitung verbunden sind und direkt mit den jeweiligen Außenwandungen verbunden, z. B. verlötet, verschweißt oder verklebt sind. Verzichtet man auf die metallischen Leitungsabschnitte für den Wärmetauscher, so ist es vorteilhaft, die Schläuche unter Zwischenlage eines thermisch gut leitenden Materials, wie beispielsweise Aluminium in engen Kontakt zueinander zu bringen. Hierzu kann ein Aluminiumprofil verwendet werden, das entsprechend den Durchmessern der Schläuche Ausnehmungen aufweist in welche die Schläuche eingelegt werden und das zugleich als Führungs- und Halterungselement für die Schläuche dient.

Einfach aufgebaute und damit kostengünstige Vorrichtungen zum Beheizen des Reduktionsmittelvorratsbehälters ergeben sich, wenn anstelle des Magnetventils selbsttätig arbeitende Thermostatventile entweder in der Vorlaufleitung und/oder in der Rücklaufleitung eingesetzt werden, die bei bestimmten vorgegebenen Werten für die Temperatur öffnen und schließen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Blockdarstellung einer Brennkraftmaschine mit zugehöriger Abgasnachbehandlungsanlage und Vorrichtung zur Heizung des Reduktionsmittels,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Heizung des Reduktionsmittels,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Heizung des Reduktionsmittels,

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Heizung des Reduktionsmittels und

Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Heizung des Reduktionsmittels

In **Fig. 1** ist in Form eines Blockschaltbildes sehr vereinfacht eine mit Luftüberschuß betriebene Brennkraftmaschine mit einer ihr zugeordneten Abgasnachbehandlungsanlage und einer Vorrichtung zur Beheizung des Reduktionsmittels für eine solche Abgasnachbehandlungsanlage gezeigt. Dabei sind nur diejenigen Teile dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind. Insbesondere ist auf die Darstellung des Kraftstoffkreislaufes verzichtet worden. In diesem Ausführungsbeispiel ist als Brennkraftmaschine eine Dieselmotorkraftmaschine gezeigt und als Reduktionsmittel zum Nachbehandeln des Abgases wird wässrige Harnstofflösung verwendet.

Der Brennkraftmaschine **1** wird über eine Ansaugleitung **2** die zur Verbrennung notwendige Luft zugeführt. Eine Einspritzanlage, die beispielsweise als Hochdruckspeichereinspritzanlage (Common rail) mit Einspritzventilen ausgebildet sein kann, die Kraftstoff KST direkt in die Zylinder der Brennkraftmaschine **1** einspritzen, ist mit dem Bezugszeichen **3** bezeichnet. Das Abgas der Brennkraftmaschine **1** strömt über eine Abgasleitung **4** zu einer Abgasnachbehandlungsanlage **5** und von diesem über einen nicht dargestellten Schalldämpfer ins Freie.

Zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine **1** ist ein an sich bekanntes Motorsteuergerät **6** über eine hier nur schematisch dargestellte Daten- und Steuerleitung **7** mit der Brennkraftmaschine **1** verbunden. Über diese Daten- und Steuerleitung **7** werden Signale von Sensoren (z. B. Temperatursensoren für Ansaugluft, Ladeluft, Kühlmittel, Lastsensor, Geschwindigkeitssensor) und Signale für Aktoren (z. B. Einspritzventile, Stellglieder) zwischen der Brennkraftmaschine **1** und dem Motorsteuergerät **6** übertra-

gen.

Die Abgasnachbehandlungsanlage **5** weist einen Reduktionskatalysator **8** auf, der mehrere in Reihe geschaltete, nicht näher bezeichnete Katalysatoreinheiten beinhaltet. Stromabwärts und/oder stromaufwärts des Reduktionskatalysators **8** kann zusätzlich je ein Oxidationskatalysator angeordnet sein (nicht dargestellt). Ferner ist ein Dosiersteuergerät **9** vorgesehen, das einem Reduktionsmittelvorratsbehälter **10** mit einer elektrisch ansteuerbaren Reduktionsmittelpumpe **11** zum Fördern des Reduktionsmittels zugeordnet ist.

Als Reduktionsmittel dient in diesem Ausführungsbeispiel wässrige Harnstofflösung, die in dem Reduktionsmittelvorratsbehälter **10** gespeichert ist. Dieser weist Sensoren **13, 14** auf, welche die Temperatur der wässrigen Harnstofflösung bzw. den Füllstand im Reduktionsmittelvorratsbehälter **10** erfassen, sowie eine Heizeinrichtung **12** auf, welche mit dem Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine verbunden ist und anhand der nachfolgenden **Fig. 2-5** noch näher beschrieben wird.

An das Dosiersteuergerät **9** werden außerdem noch die Signale eines stromaufwärts des Reduktionskatalysators **8** angeordneten Temperatursensors und eines stromabwärts des Reduktionskatalysators **8** angeordneten Abgasmeßaufnehmers, z. B. eines NOx-Sensors übergeben (nicht dargestellt).

Das Dosiersteuergerät **9** steuert ein elektromagnetisches Dosierventil **15** an, dem bedarfsweise über eine Zuführungsleitung **16** Harnstofflösung mit Hilfe der Reduktionsmittelpumpe **11** aus dem Reduktionsmittelvorratsbehälter **10** zugeführt wird. In die Zuführungsleitung **16** ist ein Drucksensor **18** eingefügt, der den Druck im Dosiersystem erfaßt und ein entsprechendes Signal an das Dosiersteuergerät **9** abgibt. Die Einspritzung der Harnstofflösung mittels des Dosierventiles **15** erfolgt in die Abgasleitung **4** stromaufwärts des Reduktionskatalysators **8**.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine **1** strömt das Abgas in der eingezeichneten Pfeilrichtung durch die Abgasleitung **4**.

Das Dosiersteuergerät **9** ist zum gegenseitigen Datentransfer über ein elektrisches Bussystem **17** mit dem Motorsteuergerät **6** verbunden. Über das Bussystem **17** werden die zur Berechnung der zu dosierenden Menge an Harnstofflösung relevanten Betriebsparameter, wie z. B. Maschinendrehzahl, Luftmasse, Kraftstoffmasse, Regelweg einer Einspritzpumpe, Abgasmassenstrom, Betriebstemperatur, Ladelufttemperatur, Spritzbeginn usw. dem Dosiersteuergerät **9** übergeben.

Es ist auch möglich, die Funktionen des Dosiersteuergerätes **9** für das Reduktionsmitteldosiersystem in das Motorsteuergerät **6** der Brennkraftmaschine zu integrieren.

Ausgehend von diesen Parametern und den Meßwerten für die Abgastemperatur und dem NO_x-Gehalt berechnet das Dosiersteuergerät **9** die einzuspritzende Menge an Harnstofflösung und gibt über eine elektrische Verbindungsleitung **18** ein entsprechendes elektrisches Signal an das Dosierventil **15** ab. Durch die Einspritzung in die Abgasleitung **4** wird der Harnstoff hydrolysiert und durchmischt. In den Katalysatoreinheiten erfolgt die katalytische Reduktion des NO_x im Abgas zu N₂ und H₂O.

Das Dosierventil **15** zum Einbringen der Harnstofflösung in die Abgasleitung **4** entspricht weitgehend einem üblichen Niederdruck-Benzineinspritzventil, das z. B. in eine mit einer Wandung der Abgasleitung **4** fest verbundenen Ventilaufnahmeverrichtung lösbar befestigt ist.

Zur Kühlung der Brennkraftmaschine **1** ist eine Kühleinrichtung **30** für einen Kühlkreislauf vorgesehen, die einen Ausgleichsbehälter **25**, einen Kühler **26**, einen Kühlerthermostat **27**, eine Kühlmittelpumpe **28** zur Zwangsumlaufkühlung, einen nicht näher dargestellten Kühlmantel um die Zylinder der Brennkraftmaschine, sowie die dafür notwen-

digen Verbindungsleitungen und eine den Fahrzeuginnenraum aufheizende Wagenheizung aufweist. Eine solche Anordnung zur Kühlung der Brennkraftmaschine ist allgemein bekannt, so daß auf deren Wirkungsweise nicht näher eingegangen wird. An den Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine 1 ist die Heizvorrichtung 12 für den Reduktionsmittelvorratsbehälter 10 mittels zweier später noch näher beschriebenen Leitungen 19, 21 angeschlossen.

In Fig. 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer solchen Heizvorrichtung für den Reduktionsmittelvorratsbehälter 10 gezeigt. Über eine Vorlaufleitung 19, die an den Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine 1 angeschlossen ist, strömt Kühlflüssigkeit zum Reduktionsmittelvorratsbehälter 10, in dem ein Heizelement 20 in Form einer Heizschlange zum Erwärmen des Reduktionsmittels angeordnet ist. Die Kühlflüssigkeit gibt Wärme an das Reduktionsmittel ab und strömt über eine Rücklaufleitung 21 zum Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine 1 zurück.

Für den Vorlauf- und den Rücklauf des Kühlmittels werden Leitungen verwendet, die über eine vorgegebene Länge parallel und mit gutem thermischen Kontakt zueinander verlegt sind. So ergibt sich ein Wärmetauscher 22. Über diesen Wärmetauscher fließt das Kühlmittel von der Brennkraftmaschine 1 zum Heizelement 20 im Reduktionsmittelvorratsbehälter 10 und in Gegenrichtung vom Reduktionsmittelvorratsbehälter 10 zurück zu der Brennkraftmaschine 1. In die Vorlaufleitung 19 ist stromaufwärts des Wärmetauschers 22 ein über Signale des Dosiersteuergerätes 9 ansteuerbares elektrisches Magnetventil 23 eingefügt. Dieses Magnetventil 23 ist vorgesehen, da trotz des Wärmetauschers 22 der Temperaturanstieg im Reduktionsmittelvorratsbehälter 10 nicht selbständig begrenzt wird und bei hohen Außentemperaturen der Tank noch zusätzlich beheizt würde. Deshalb wird abhängig von dem Signal des Temperatursensors 13 (Fig. 1), der die Temperatur des Reduktionsmittels im Reduktionsmittelvorratsbehälter erfasst, die Vorlaufleitung 19 entweder freigegeben oder abgesperrt. Der Temperaturwert, bei dem eine Heizung des Reduktionsmittels nicht mehr erforderlich ist und somit der Heizkreislauf unterbrochen werden kann, ist abhängig von dem verwendeten Reduktionsmittel zu wählen.

Die Fig. 3 zeigt eine gegenüber der oben beschriebenen Heizvorrichtung eine einfachere und kostengünstigere Ausführung, wobei für gleiche Komponenten gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel befindet sich anstelle des Magnetventils 23 ein Thermostatventil 24R in der Rücklaufleitung 21 zwischen Heizelement 20 und Wärmetauscher 22. Dieses Thermostatventil 24R ist so ausgelegt, daß es unterhalb eines vorgegebenen Wertes für die Reduktionsmitteltemperatur geöffnet offen ist und bei Erreichen dieses Temperaturwertes schließt. Wird als Schließtemperatur z. B. 20°C gewählt, ist sichergestellt, daß ab einer Reduktionsmitteltemperatur von 20°C keine Heizung des Reduktionsmittelvorratsbehälters erfolgt.

Bei Verwendung von wässriger 32,5 prozentiger Harnstofflösung als Reduktionsmittel liegt die Schmelztemperatur bei -11°C, d. h. selbst der Rücklauf hat noch eine ausreichend hohe Temperaturdifferenz zum gefrorenem Reduktionsmittel, um effizient zu heizen. Bei diesem System muß der Wirkungsgrad des Wärmetauschers und der maximale Kühlmitteldurchfluß so aufeinander abgestimmt werden, daß die Vorlauftemperatur den Wert 60°C nicht für eine längere Zeitdauer übersteigt. Unter bestimmten Bedingungen (minimierter Wärmetauscher aber sehr effizientes Heizelement) ist es vorteilhaft, mit einem Thermostatventil nicht die Rücklauf-, sondern die Vorlauftemperatur am Heizelement 20 zu begrenzen.

In Fig. 4 ist eine solche Anordnung gezeigt. Dabei ist ein

Thermostatventil 24V in der Vorlaufleitung 19 stromabwärts des Wärmetauschers 22 dem Heizelement 20 angeordnet. Der Vorteil dieser Anordnung besteht nun darin, daß die Maximaltemperatur des Heizelementes 20 direkt vom Thermostatventil 24 begrenzt wird. Die maximale Heiztemperatur kann somit niemals höher sein als die Schließtemperatur des Thermostatventils 24V.

Es ist auch möglich, die Vorteile der beiden obigen Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 3 und 4 zu vereinen. Dazu wird, wie in Fig. 5 dargestellt, ein Thermostatventil 24V in die Vorlaufleitung 19 stromabwärts des Wärmetauschers 22 und ein Thermostatventil 24R in die Rücklaufleitung 21 stromaufwärts des Wärmetauschers 22 eingebaut. Das Thermostatventil 24V in der Vorlaufleitung 19 kann z. B. auf 60°C, das Thermostatventil 24R in der Rücklaufleitung 21 auf 20°C eingestellt werden. Mit dieser Anordnung ist es möglich, bei Bedarf mit einer Vorlauftemperatur von 60°C zu heizen. Sobald die Reduktionsmitteltemperatur den Wert von 20°C übersteigt, schließt das Thermostatventil 24R und es wird keine externe Heizleistung mehr über das Kühlmittel der Brennkraftmaschine zugeführt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Beheizen eines Reduktionsmittelvorratsbehälters einer nach dem Prinzip der selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden arbeitenden Abgasnachbehandlungsanlage für eine Brennkraftmaschine, welche eine mit flüssigem Kühlmittel betriebene Kühleinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Reduktionsmittelvorratsbehälter (10) ein Heizelement (20) vorgesehen ist, das über eine Vorlaufleitung (19) und eine Rücklaufleitung (21) mit der Kühleinrichtung (30) der Brennkraftmaschine (1) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorlaufleitung (19) und die Rücklaufleitung (21) zumindest streckenweise derart zueinander angeordnet sind, daß sie einen Wärmetauscher (22) bilden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorlaufleitung (19) und die Rücklaufleitung (21) parallel zueinander in engem thermischen Kontakt angeordnet sind und die Flußrichtung des Kühlmittels in der Vorlaufleitung (19) gegenläufig zu der Flußrichtung des Kühlmittels in der Rücklaufleitung (21) ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorlaufleitung (19) ein elektrisch ansteuerbares Ventil (23) angeordnet ist, das den Fluß des Kühlmittels zum Heizelement (20) im Reduktionsmittelvorratsbehälter (10) bei einer vorgegebenen Reduktionsmitteltemperatur sperrt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rücklaufleitung (21) ein Thermostatventil (24R) angeordnet ist, das unterhalb eines vorgegebenen Wertes für die Reduktionsmitteltemperatur einen Fluß des Kühlmittels ermöglicht und bei Erreichen dieses Wertes den Fluß des Reduktionsmittels sperrt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Thermostatventil (24R) in der Rücklaufleitung (21) im Leitungszweig zwischen dem Heizelement (20) und dem Wärmetauscher (22) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorlaufleitung (19) ein Thermostatventil (24V) angeordnet ist, das die Vor-

lauftemperatur begrenzt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Thermostatventil (24V) in der Vorlaufleitung (19) im Leitungszweig zwischen dem Wärmetauscher (22) und dem Heizelement (20) angeordnet ist. 5

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorlaufleitung (19) ein Thermostatventil (24V) und in der Rücklaufleitung (21) ein Thermostatventil (24R) angeordnet ist. 10

10. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Thermostatventil (24V) in der Vorlaufleitung (19) im Leitungszweig zwischen dem Wärmetauscher (22) und dem Heizelement (20) und das Thermostatventil (24R) in der Rücklaufleitung (21) im Leitungszweig zwischen dem Heizelement (20) und dem Wärmetauscher (22) angeordnet ist. 15

11. Verfahren zum Beheizen eines Reduktionsmittelvorratsbehälters einer nach dem Prinzip der selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden arbeitenden Abgasnachbehandlungsanlage für eine Brennkraftmaschine, welche mit Hilfe einer Kühleinrichtung mit flüssigem Kühlmittel gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das im Reduktionsmittelvorratsbehälter (10) gespeicherte Reduktionsmittel durch die über das Kühlmittel transportierte Abwärme der Brennkraftmaschine (1) geheizt wird. 20 25

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel über eine Vorlaufleitung (19) zu einem, dem Reduktionsmittelvorratsbehälter (10) zugeordneten Heizelement (20) und über eine Rücklaufleitung (21) zurück zu der Kühleinrichtung (30) der Brennkraftmaschine (1) geleitet wird. 30

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorlaufleitung (19) und/oder der Rücklaufleitung (21) Mittel (23, 22, 24V, 24R) vorgesehen sind, welche die Temperatur des Kühlmittels auf vorgegebene Werte begrenzen. 35

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel einen, aus Vorlaufleitung (19) und Rücklaufleitung (21) gebildeten Wärmetauscher (22) umfassen. 40

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel Thermostatventile (24V, 24R) umfassen. 45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

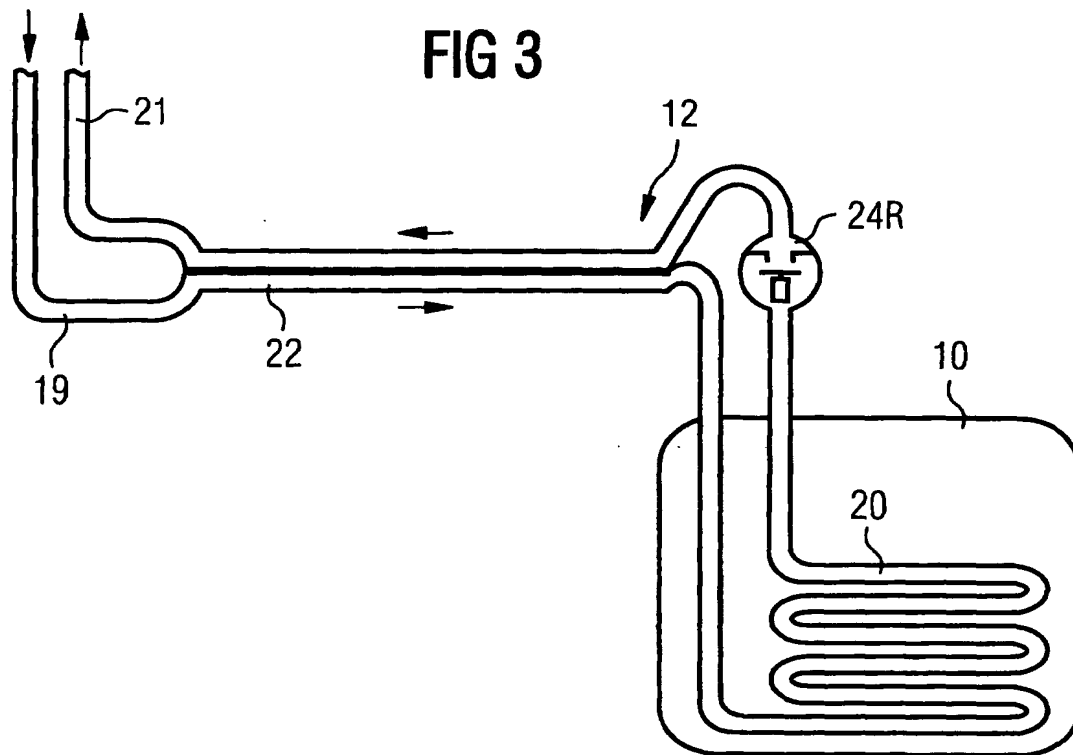
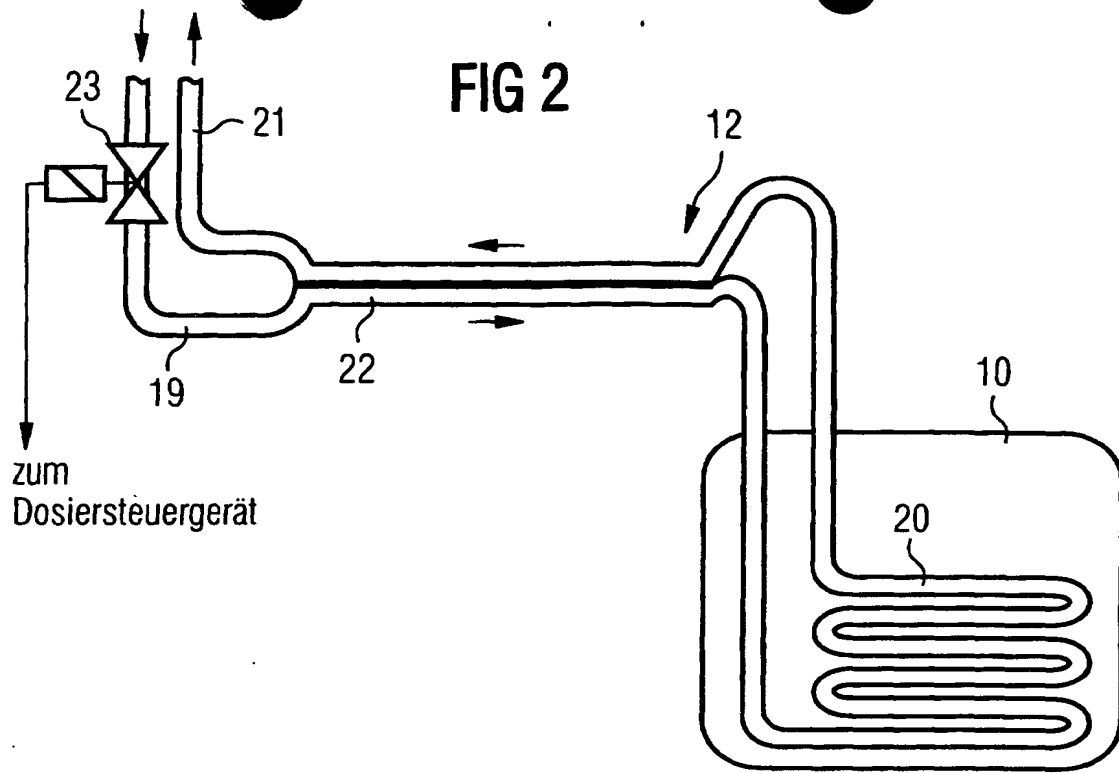


FIG 4

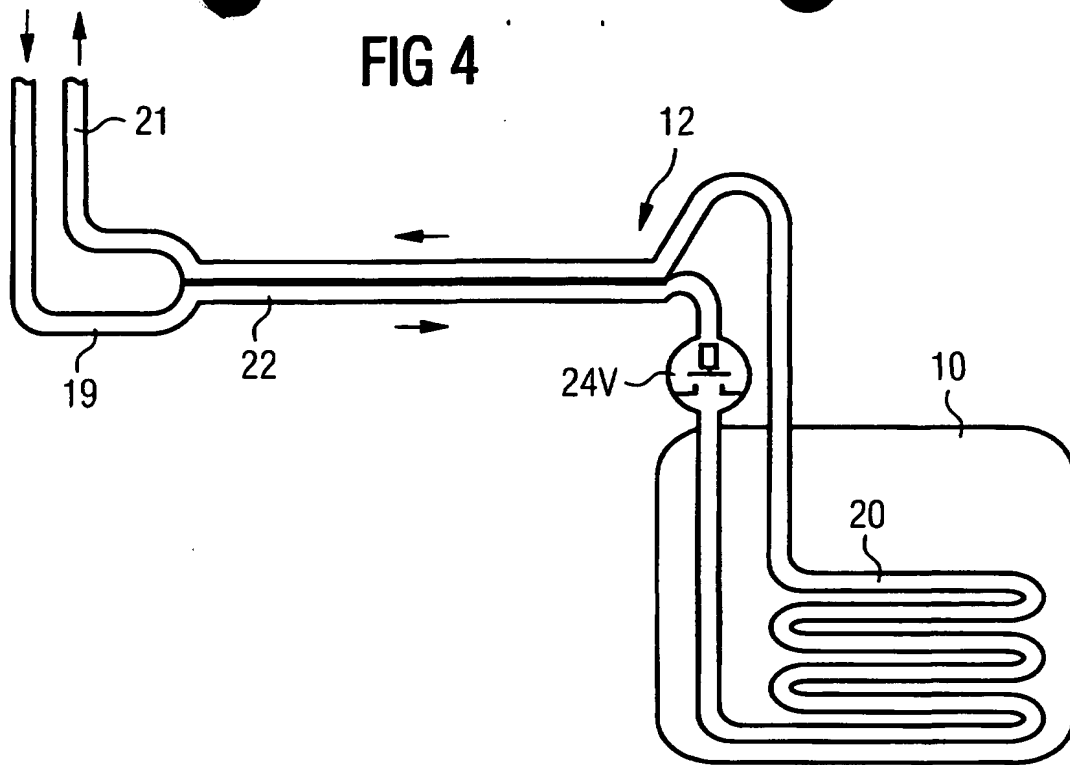
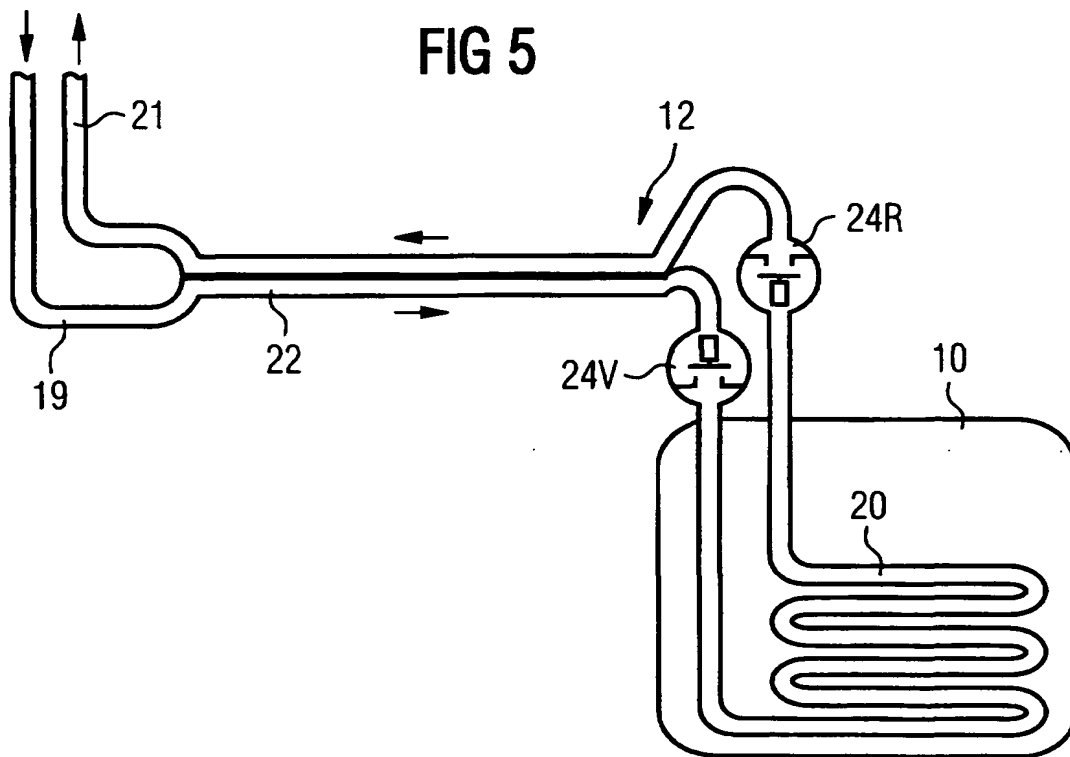


FIG 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.